

## 中海自然再生への提言

### 1. 現状分析

中海：湖沼水質保全対策特別措置法（湖沼法）に基づく指定湖沼

指定湖沼は湖沼法により「湖沼水質保全計画」を立て、水質浄化をめざすことが求められている。

<島根県の保全計画策定部署：環境生活部環境政策課宍道湖・中海対策推進室>

<湖沼法により島根・鳥取両県が5年毎に策定する「中海湖沼水質保全計画」からの抜粋>

環境項目		生活環境保全に関する湖沼の環境基準	第2期(1994-1998年度)			第7期(2019-23年度)	
			1期目標	1期実績	目標	6期実績	目標
COD mg/l	75%値	3.0(A類/水産2種)	5.9	6.9	5.5	4.4-5.2	4.4
	年平均	—	3.5	4.5	4.0	3.4-3.7	3.5
全N	年平均	0.4(Ⅲ類/水産2種)	—	0.73	0.65	0.50-0.59	0.46
全P	年平均	0.03(Ⅲ類/水産2種)	—	0.074	0.069	0.048-0.064	0.046
米子湾透明度		—	—	1.0m	—	1.6m	≥2m

### 中海自然再生全体構想/中海自然再生事業実施計画

目標(抜粋)：かつての中海の自然環境や資源循環を再構築する

目標を達成する為の取り組み		私的評価
1) 水辺の保全・再生と汽水域生態系の保全	①アマモ場の保全と再生	要促進
	②湖岸と浜の再生	要促進
	③湖岸と浜の活用	要促進
	④米子湾浚渫汚泥処分地の親水空間としての活用	要促進
	⑤外来生物(ヌートリア等)の駆除と駆除方法の開発	要促進
2) 水質と底質の改善による環境再生	①流入負荷の削減	要方針変更
	②浚渫窪地の環境改善	取組継続
	③貧酸素水塊の解消	要促進
	④汽水域生態系の物質循環を利用した水質改善	要促進
	⑤水環境修復のための技術集約拠点の創出->研究センター	済み
3) 水鳥との共存とワイズユース	①コハクチョウの生息場所の回復	要促進
	②シギ・チドリ中継地保全・再生と休耕田の有効利用	要促進
	③ガン・カモ類の生息場所の保全	要促進
	④カワウの適正管理	要促進
4) 将来を担う子ども達と進める環境学習の推進	①河川や湖沼の環境学習プログラムの作成と実施	継続
	②環境学習ネットワークの構築	継続
	③中海環境データベースの構築	継続
	④中海環境マップの作成	継続
	⑤中海の自然再生活動の広報活動	継続
5) 循環型社会の構築	①漁業の振興による循環促進	要促進
	②赤貝(サルボウガイ)の復活	要拡大
	③流域内資源循環システムの構築	要促進
	④伝統産業の復活	要促進
	⑤有機農業の促進	要拡大

水色：方針変更が望ましい

黄色：取り組み促進して欲しい

緑色：規模拡大して欲しい

## 2. 問題点（目標と現状との差から感じる個人的見解）

- 1) 島根・鳥取両県策定水質保全計画：第1期のCOD目標値が、30年経過した第7期でも同じ値。
- 2) 島根・鳥取両県策定水質保全計画の目標値：未だ水産2種の環境基準を目指していない。
- 3) 透明度：目標の2mでは透き通ったと感じるには程遠い。（水中浮遊固形分削減不足）
- 4) 赤貝養殖：生産効率・収量共に低位、売価・ブランド面でも産業復活への初期段階。

### <問題点の総括>

- ①目で見えて分かる実効が感じられない。（水質、生態系、ワイズユース）
- ②貧酸素水塊の発生が解消されていない。（問題点解消の動きが無い）
- ③上記①②の状況よりオープン水泳大会が開催されているが、水浴場は復活していない。
- ④流入負荷物質量：減らすより、生物利用による「回収増」の取り組みが現実的。
- ⑤中海を下水の最終処分場と位置付け、人工的環境負荷物質回収機能付加の視点が無い。

## 3. 上記問題点に関する取組み課題

- 1) CODの改善/貧酸素水塊の解消：溶存酸素量を増やす。
- 2) 全N、全Pの低減：N、P吸収した植物（プランクトン含む）の陸域排出量を増やす。
- 3) 透明度向上：固形分の化学的凝集沈殿・物理的回収、（目標）湖底に太陽光を届け植生回復。
- 4) 赤貝産業の復活：赤貝の収穫効率向上。現在の懸垂式は付着物清掃に手間取り非効率。

## 4. 課題解決技術の事例

課題	課題解決への私案	
溶存酸素量 UP	エアレーション (空気吹き込み)	ファインバブル利用：(インバ イロビ ジョン) YJノズル 汚泥と空気の衝突・攪拌・微細化：(ソルエース)エアレーター-空海
	海水循環復活	人工的な海水循環経路(森山堤→大海崎堤→江島水道)を作る 揖屋沖湖心域～境水道への流下路確保 米子湾深奥部～境水道への流下路確保 注) 技術的には可能だが、大金を要す。
植物栽培と その回収	鉄鋼スラグ資材利用：(JFE)マリンストーン/(日鉄)「ビバリー」シリーズ 植物付着性向上資材利用：鉄鋼スラグ水和固化体/鑄鉄粹(製品名：鑄田籠)に入れる 回収植物の利用：有機堆肥化(JAとの協業)+ウニ養殖飼料化研究(水産技術センター)	
透明度向上	酸化鉄資材利用：使用済み使い捨てカイロ改質ペレット(GoGreenGroup) カキ殻資材利用：カキ殻改質マット(日本ソリッド)セルカ・・・加サイトによる凝集沈殿促進 微生物資材利用：(アクアサービス)アクアリフト/EMだんご 支柱・魚礁間に炭素繊維フィラメント懸垂：(ソーエン)ミラカーボン	
赤貝・水産業 復活	懸垂式疑似浅場養殖：湖底堆積物の回収・改質・石炭灰焼結品混練人工砂泥使用 浅場湖底堆積物の攪拌改質：漁船で定期的な鋤簾曳航+エアレーション(JFとの協業) 竹製養殖カゴ導入：石油由来素材(マイクロプラスチック化する物)から天然素材への転換 ※農水省林野庁の補助制度利用 竹林魚礁、竹柴魚礁の設置：宍道湖漁協の技術応用、甲殻類増殖 稚貝採取法「まぶし」の再生：赤貝仔貝採取 スラグセメント利用魚礁敷設：漁業資源増殖、固着性水生生物育成	

※個々の環境改善技術について注目している事例を以下4.1)～4.10)に示します。

#### 4.1) ファインバブル生成ノズル

エンバイロ・ビジョン株式会社 製品名：YJノズル

国土交通省が遠賀川河口堰水質保全事業で『YJシステム』を採用！

(国土交通省Ⅰ級河川・水道取水口における水質改善例)

##### 1) 水質保全施設の概要

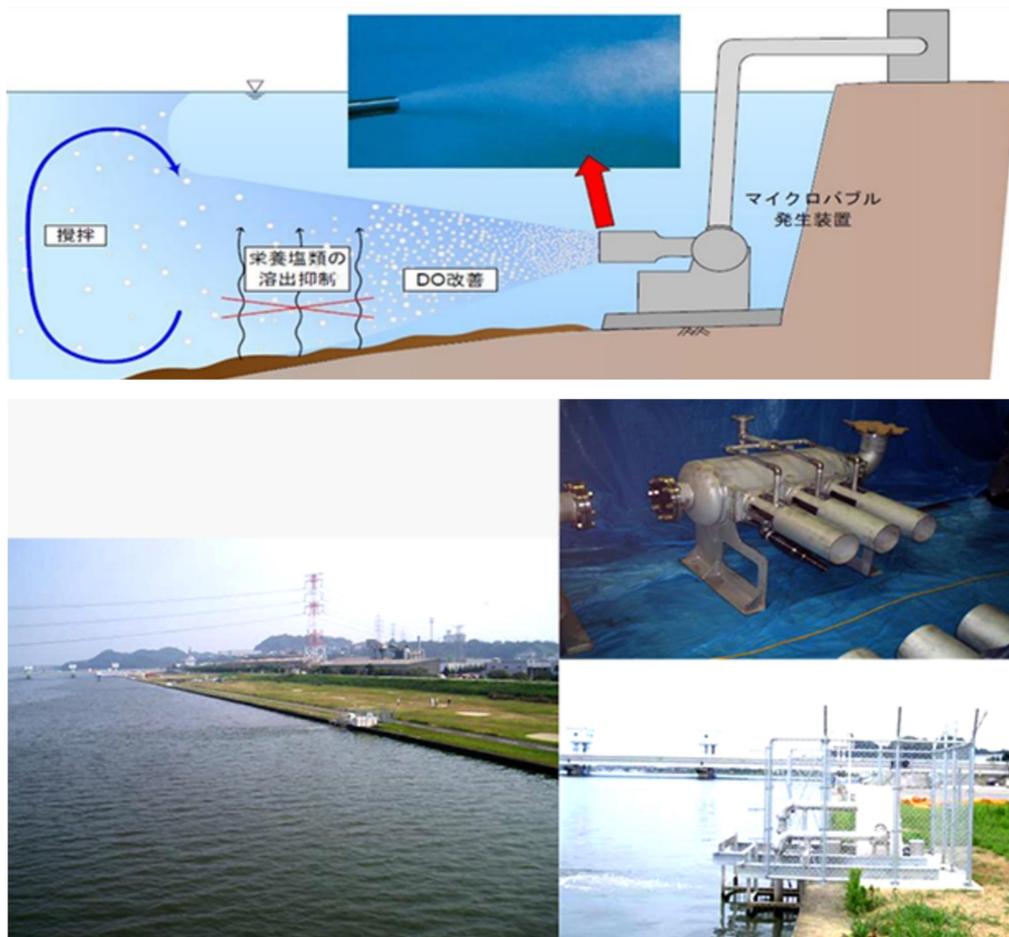
川幅 400m、長さ 1200m の遠賀川河口堰貯水池内におけるアオコ発生に伴う景観障害、底層部での貧酸素水塊の形成、藻類増殖に起因する異臭味物質の発生を改善する「YJノズル」を設置。

##### 2) DO供給による水質改善（直接供給）と汚濁物質の浮上、揮散、攪拌機能

- ・底質への DO 供給・改善による栄養塩類等の溶出抑制(水生生物の生息環境の改善)
- ・異臭味成分等の揮散による上水原水の水質改善 ・藻類の破壊 ・水塊攪拌による曝気促進

##### 3) 設置後の効果

期待した通りの結果が得られ、アオコおよび異臭味物質の発生抑制に成功した。改善前はこの取水口から取水する上水設備に、巨額の投資を要するオゾン高度上水処理設備の導入が必要と思われたが、現在、その必要はない状況となっている。



#### 4.2) 汚泥と空気の混合・攪拌・微細化ノズル

[エアレーター空海株式会社ソルエース|SOLACE](#)

メーカー：株式会社 ソルエース 製品名：エアレーター空海（高さ 65cm の五角筒形状）

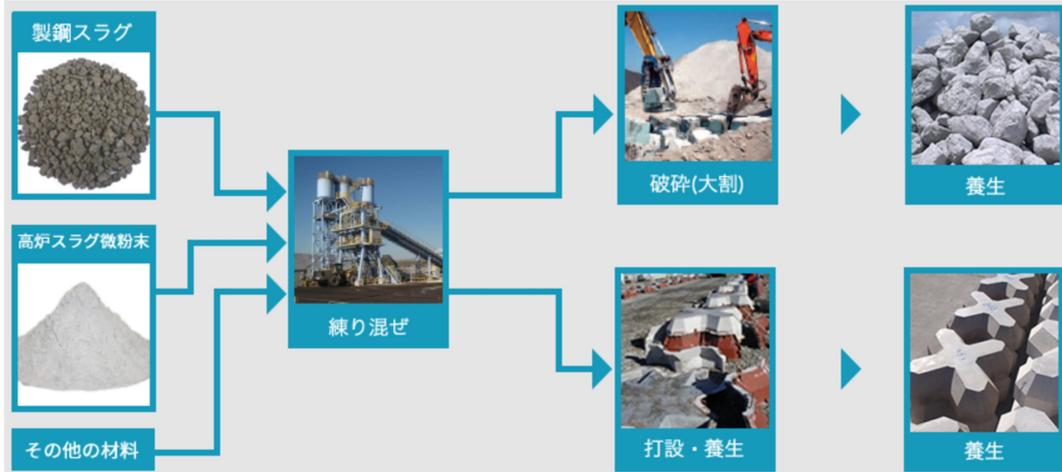
エアレーター空海



- ・水深 1m 以上で自由に対応
- ・目詰まりがない（五角筒開口部 80×130mm）
- ・槽底に汚泥が溜らず、溶解効率が高い（エアリフト効果）
- ・維持管理が容易でシンプルな構造

### 4.3)鉄鋼スラグ及び鉄鋼スラグ水和固化体

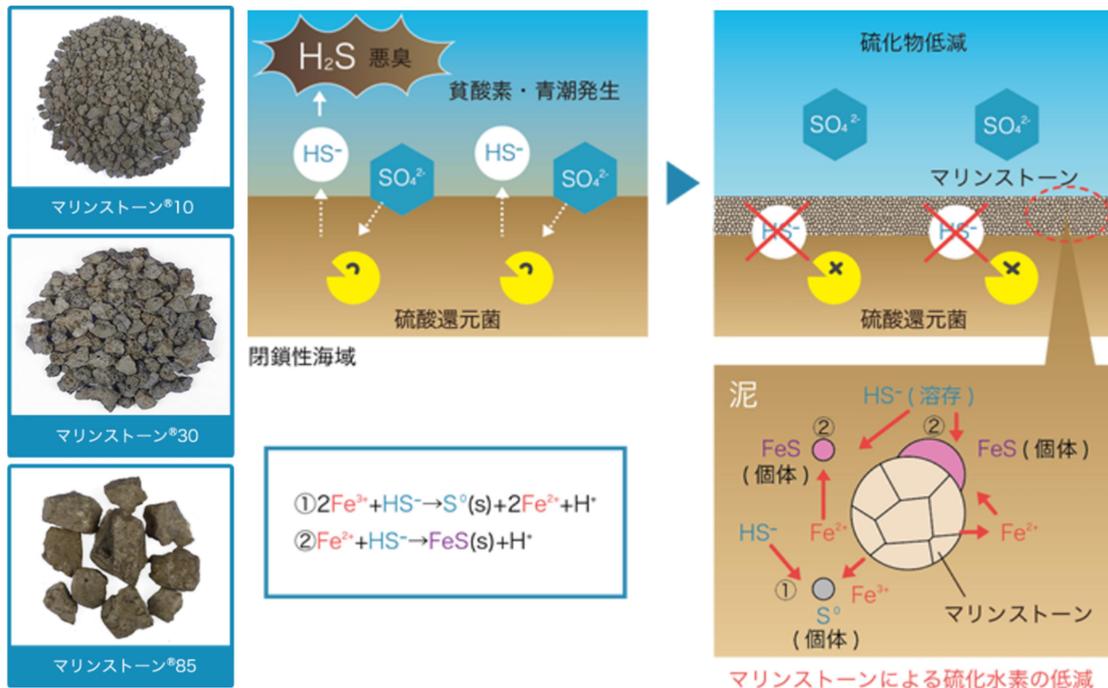
#### ① J F E スチール



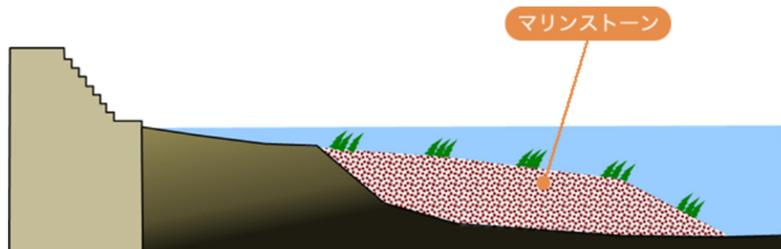
#### <鉄鋼スラグ>マリンストーン

[JFE スチール | 製品情報 | 環境改善資材 \(マリンストーン紹介記事\)](#)

海域の底質や水質を改善する覆砂材や、浅場や藻場の基盤材に適した資材です。



藻場育成状況



藻場造成材としての使用

#### (1)環境改善能力

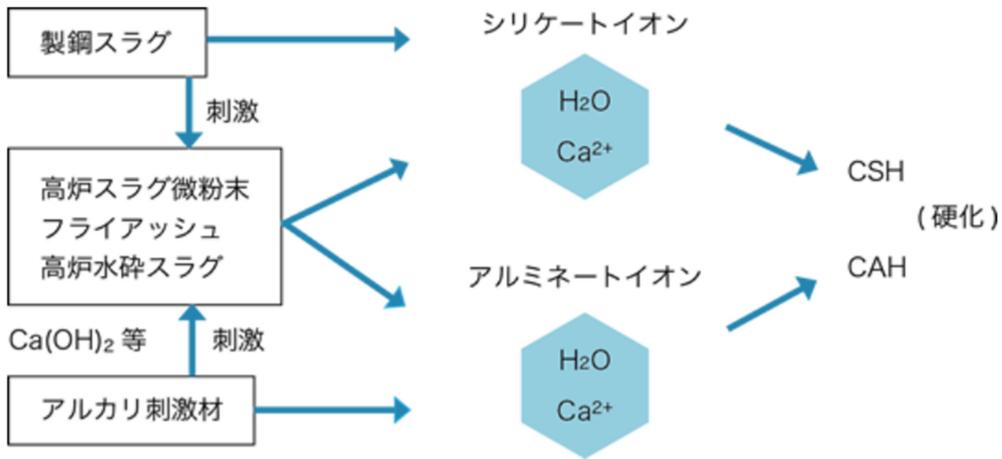
- ・底質から溶出される硫化物イオンやりんイオンを化学的に吸着する性能を持つ。
- ・底質や水質を長期間にわたり改善できる。
- ・天然石に比べて密度が大きいため、潮流や波浪に対する安定性が優れる。
- ・底生生物や大型藻類の着生基盤としても利用できる。

#### (2)施工性

- ・環境条件に合わせて、粒度や施工厚さを適切に定めることができる。
- ・碎石と類似の形状のため、天然の碎石と同じ施工機械を利用して施工できる。

<鉄鋼スラグ水和化合物>

コンクリートと同様、Si、Al等の元素との水和反応により、水和ゲルを生じて硬化する。



その他の特性：アルカリ特性は良好で、付着性物が付きやすい。

製品名：フェロフォーム®

- ・鉄鋼スラグ水和固化体による、無筋コンクリートの代替製品。
- ・強度特性：コンクリートと同等の強度特性を持ち、高い耐摩擦性を有している。
- ・環境性能：周辺海域への pH 影響なし。



消波根固ブロック



消波ブロック

製品名：フロンティアストーン®、フロンティアロック®

- ・鉄鋼スラグ水和固化体を使った人工石材。
- ・安定した品質と素材性能  
準硬石と同様の品質で、使用目的に合わせて大きさを任意に選ぶことが可能。  
拘束圧 100~400kPa において、せん断抵抗角 35° 以上得られる。
- ・環境性能：海藻等の生物付着性に優れ、周辺海域への pH 影響はない。



フロンティアロック®

5~2000kg (粒径100mm~1000mm)



フロンティアストーン®

粒径0~300mm

これらは、土壌の汚染に係る環境基準、海洋汚染防止法水底、土壌基準に適合する製品

## ②日本製鉄：ビバリーシリーズ [nipponsteel.com\\_ビバリーシリーズ\\_紹介記事](http://nipponsteel.com_ビバリーシリーズ_紹介記事)

### <鉄鋼スラグ>

#### (1) ビバリーユニット

ビバリーユニットは、鉄鋼副産物で鉄分の含有量が豊富な転炉系製鋼スラグと、間伐材等の剪定枝をチップ化して発酵させた人工腐植土とを混合した海藻類の生育に必要な鉄分を海域に供給する海の肥料です。

使用方法は、ビバリーユニットをヤシ繊維製の袋に入れた製品（以下ビバリーバッグという）を海域との通水が有る汀線部地盤に埋設する方法や、波浪に対する安定性を考慮した開口部を有する鋼製箱に充填した製品（以下ビバリーボックスという）を海水中に沈設する方法等です。

ビバリーユニットは、従来森林の落ち葉等が発酵してできた腐植土中の腐植酸（フルボ酸、フミン酸等）が、土中の鉄分と結びついて腐植酸鉄となり、河川を通じて海へ供給されるという自然のサイクルを人工的に再現することを目的とし、海藻類の生育に必要な腐植酸鉄を安定的に海域に供給することによって、藻場の造成を促進し、漁場の造成・再生に資するものです。



ビバリーユニット（ビバリーバッグ）



ビバリーユニット（ビバリーボックス）

### <鉄鋼スラグ水和固化体>

#### (2) ビバリーブロック・ビバリーロック

ビバリーブロック（鉄鋼スラグ水和固化体製ブロック）・ビバリーロック（鉄鋼スラグ水和固化体製人工石）は、転炉系製鋼スラグと高炉スラグ微粉末等を練り混ぜて製造する製品です。

使用方法は、漁港・漁場整備に使用されている天然石材やコンクリートブロック資材の代替として、漁礁・藻場礁や離岸堤・潜堤・防波堤材料、湧昇流の発生を促す海底山脈等に使用できます。

生物の生育に必須の元素である Fe が含まれており、アルカリ成分の溶出性が小さいため、藻類・生物着生のための基質材として豊かな生態系の構築や、漁場の基礎生産力の向上に資するものです。

また、鉄鋼副産物から製造したリサイクル製品ですので、CO<sub>2</sub> 排出や天然石採掘による自然破壊の抑制に資する地球に優しい環境資材です。



ビバリーブロック



ビバリーロック

4.4) 鋳鉄利用資材：鋳田籠 [ダクトイル鋳鉄製パネル枠かご工法 | 鋳田籠\(ちゅうたろう\)](#)



藻場再生 海洋プランター

Seagrass bed regeneration Marine planter

藻場再生・鋳鉄製海洋プランターとは？

実績 (いしゅう) 実績

メディア掲載

協会概要

お問い合わせ

藻場礁 多目的魚礁 投石に替わる台座

ダクトイル鋳鉄製多目的魚礁

# 藻場再生 海洋プランター

Seagrass bed regeneration Marine planter



※画像にマウスを合わせると、スライドショーが静止します。画像をクリックすると詳細ページをご覧ください。ご了承ください。

## 鋳鉄から溶出する二価鉄イオンが、海の動植物の生育に貢献

鋳田籠に鉄鋼スラグ製品を入れることで相乗効果が期待できる。

<島根県の取扱事業者>

(一社)鋳田籠工法協会(準会員)：カナツ技研工業株式会社(松江市)/東部浄化センター維持管理者  
[カナツ技建工業](#) 島根県松江市の総合建設業・総合水処理事業 ([kanatsu.co.jp](#))

## 4.5) ウニ養殖

自治体+JA+JF が協働することで磯焼けを防止したウニ養殖している事例がある。

①神奈川県三浦半島では流通規格外のキャベツを餌に、「キャベツウニ」をブランド化  
[キャベツウニについて - 神奈川県ホームページ](#) ([pref.kanagawa.jp](#))

②愛媛県愛南町では、流通規格外のブロッコリ、ミカンを餌にした「ウニッコリー」をブランド化  
[愛南町公式ホームページ / ガンガゼウニ \(ウニッコリー\)](#) ([town.ainan.ehime.jp](#))

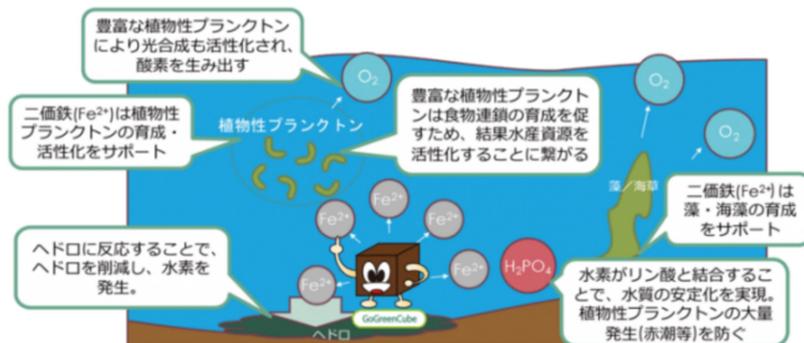
<先進地参考にして島根県で中海の水草を餌に含めたウニ養殖の可能性を探れないか？>

・中海産オゴノリ含有給餌によるウニ養殖の可能性を、水産技術センターに調査依頼する。

## 4.6) 酸化鉄改質資材：使用済み使い捨てカイロ改質ペレット

監修者：(東京海洋大学)佐々木教授/(回収企業) GoGreenGroup 株式会社

[HOME - Go Green Group](#) ([go-green-group.com](#))



ゴーグリーンキューブは、使用済み使い捨てカイロを加工して作ります。

(使用済みカイロ送付先) 〒679-0313 兵庫県西脇市黒田庄町岡 684-1 GoGreen 物流センター

#### 4.7)カキ殻改質資材 (日本ソリッド)セルカ

カキ殻を加工した天然の水質浄化材セルカ|日本ソリッド株式会社 ([nihonsolid.co.jp](http://nihonsolid.co.jp))

カキ殻を加工した天然の水質浄化材

水質汚濁や富栄養化環境の改善  
自然生態系を保護育成。

セルカ®

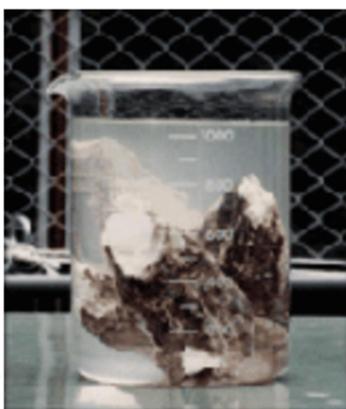
CELCA



NETIS登録技術 K T-130014-VR



河川水



セルカ投入直後



投入3日後

#### <セルカの特徴>

- ・カルサイトの可溶性を利用した反応凝集機能を有する多面接触体で濁質の沈降を促進
- ・主要成分炭酸カルシウムが窒素やリン等と中和反応する。
- ・好気性を持続、海・河川・湖沼・池等の富栄養化改善に有効。
- ・無機・有機物の除濁効果で、嫌気性物質を抑制
- ・適切な配置と補充により永続的浄化が可能。
- ・流水下で細粒化されたセルカは、魚介類の餌・浮石・プランクトンの生育媒体になる。
- ・水棲生物の生息環境を持続的に整える

#### 4.8)微生物利用資材 メーカー：アクアサービス株式会社

①アクアリフト 1600：国土交通省のNETIS（新技術情報提供システム）に水質浄化資材として登録

養殖魚・牡蠣の病気予防・海底のヘドロ、硫化物を分解・赤潮の改善

イカダの海底に投入するだけ！  
アクアリフト 1600PN  
価格 7,700円 (税込) /袋

- 特許取得資材
- 国土交通省 NETIS 登録資材

詳しくはこちら



#### 海水淡水兼用バイオ製剤 アクアリフト 1600PN・1600LN

ヘドロ、硫化物、有害物を分解して水質、底質、臭気を改善。水棲生物の回復。広範囲の浄化。高濃度タイプ。

使用場所	海湾、赤潮・青潮、沿岸・海面養殖場、大型閉鎖養殖場、河川、湖沼、ダム、農業溜め池
------	--

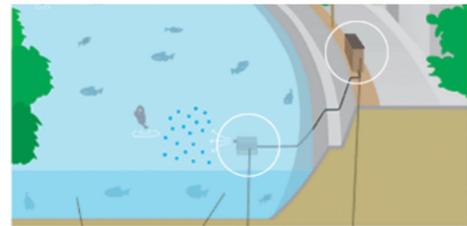


#### 水質浄化剤 ライトビーズ

石炭の焼却灰にアクアリフトを組み込んだ水質浄化剤の試作品。

使用場所	他にも様々な素材への組み込みが可能です。用途がありましたらご提案ください。
------	---------------------------------------

②環流ビオトロン方式：水中ポンプ+制御装置による「水質浄化方法および水質浄化システム」



※環流ビオトロン方式で浄化した水は、アンモニア、窒素、リン、SS、硫化水素、メタンなど水質が改善され 浄水場や農業用水に通じます。



池浄化 環流ビオトロン方式

環流装置、制御装置、オリジナルの浄化剤の組み合わせで、透明度を短期間に向上します。

使用場所	湖沼、ダム、農業溜め池、親水池、お堀、公園池、釣り堀、ゴルフ場池、庭園池、工場の沈砂池など
------	---

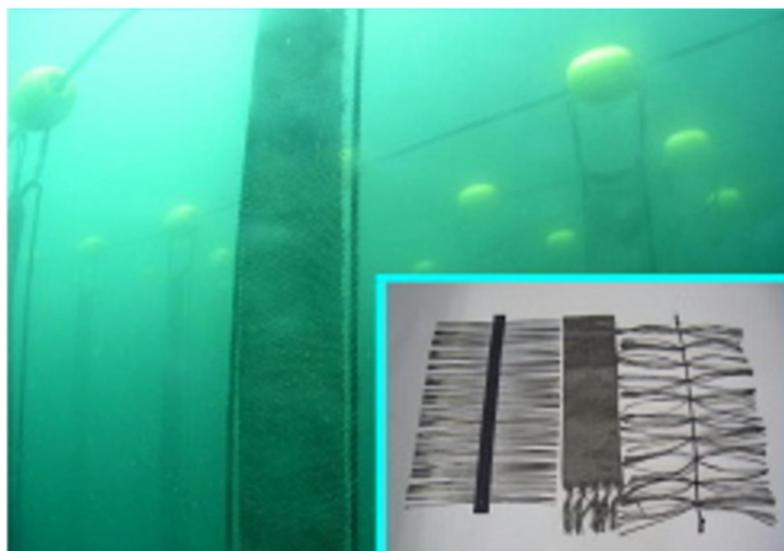
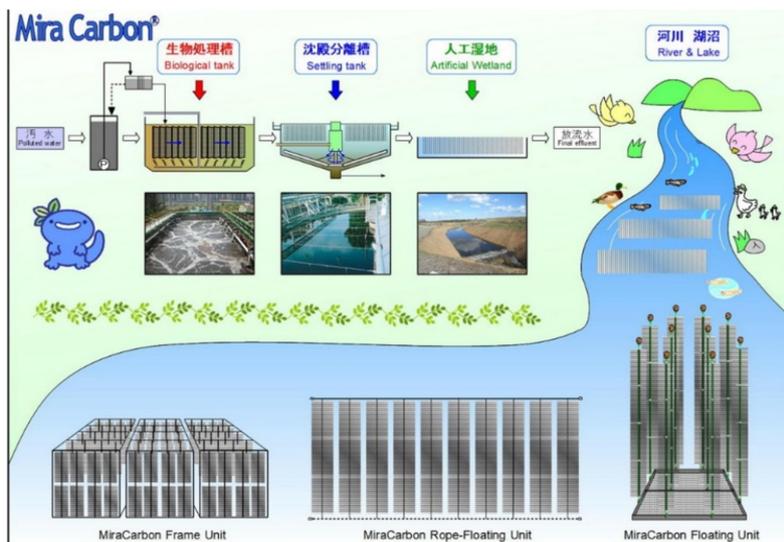
写真の装置は小規模システム：BT100 型、規模に応じて可変。

4.9)懸垂した炭素繊維フィラメントによる水質改善

株式会社ソーエン、製品名：ミラカーボン [株式会社ソーエン \(so-en.net\)](http://so-en.net)

<炭素繊維フィラメントの特徴と効果>

- ◇水中で広がり、設置するだけで維持管理やエネルギーを必要としない
- ◇大きな表面積で広範囲の汚濁物質(有機物・栄養塩類・浮遊物質)を捕集吸着する
- ◇高い生物親和性により、微生物が固着活性化して、汚濁物質を継続的に分解促進する



#### 4.10)コンクリート魚礁

- ・鉄鋼スラグセメントを利用することで固着性生物を付着させ、水質改善効率を促進する。

##### ジャングルジム型(一般的な魚礁)の事例

	<p>ライトンコスモ(株) 幅 7.21×奥行 6.93×高 6.00m 空 150m<sup>3</sup> 質量 33500kg 基 2,165,490 円</p>
	<p>太平洋マテリアル(株) 幅 7.50×奥行 7.50×高 7.65m 空 421m<sup>3</sup> 質量 60970kg 基 3,700,000 円</p>
	<p>広和(株) 幅 6.90×奥行 6.90×高 3.15m 空 146m<sup>3</sup> 質量 26120kg 基 1,981,000 円 (大阪価格。工場渡し。)</p>

- ・複数魚礁間に炭素繊維フィラメントや赤貝養殖カゴを懸垂して周辺水域を広範囲に活用する。

#### 5. 利用可能と考えられる自然再生事業関連制度

管掌	制度名	概要・備考
環境省	生物多様性保全推進支援事業 (主体：NPO 等一般)	地域生物多様性保全委託費 地域生物多様性保全活動支援費
	保全事業 (主体：国)	国指定鳥獣保護区に係る野生生物の生息環境の改善
国交省	自然再生事業(主体：国・県)	良好な河川環境を保全・復元するために必要な湿地再生
	海域環境創造・自然再生等事業 (港湾環境整備事業) (主体：港湾管理者/安来港:県)	海水が汚染されヘドロ等の堆積した閉鎖性水域において、航路・泊地の浚渫事業等で発生する良質な土砂を有効利用して行う多様な生物の生息・生育が可能となる良好な環境の回復 閉鎖性の強い港湾において、水質改善を目的とした水質浄化施設(循環ポンプ・空気揚水装置等)の整備の実施
農水省	豊かな海の森づくり事業	水産物の良好な生息成育の場であるのみならず、水質浄化
水産庁	(主体：国+自治体+一般)	機能を有する藻場・干潟等の保全・創造を強力に推進
	磯焼け対策緊急整備事業 (主体：国+自治体+一般)	食害生物対策、海藻類の播種・移植、モニタリング ※ウニ養殖事業に展開出来る。
農水省	竹材利用促進緊急対策事業	竹の利用を促進し、里山林の再生を図るため、NPO等を
林野庁	(主体：地方自治体+一般)	含む生産者と加工業者間の竹材需要情報交換等の実施、竹材の新たな利用に必要な加工施設の整備等を支援

[自然再生事業関連制度概要一覧 \(env.go.jp\)](http://env.go.jp)

<個人的な思い>

中海は、農水省を主管とした国営の干拓事業で荒廃した水域です。

⇒国(農水省)は、中海の自然を再生する(干拓事業実施以前にする)責務を負っているはずで

⇒2000(平成12)年本庄工区の干拓中止決定以降、森山堤防の一部開削・架橋、中浦水門撤去、江島大橋架橋を行って2014(平成26)年に国営中海土地改良事業完了させ、水質改善をしていない。

⇒国は、自然再生推進法を施行し、自然再生基本方針を策定して自然再生事業を自然再生協議会に負託したが、その負託した協議会に事業計画実施に係る強い権限(予算確保権限)を与えていない。

⇒中海干拓事業中止は、全国的に見て希有な事例で有る。

⇒(旧主管)農水省、(現主管)国交省、(ラムサール条約登録湿地主管)環境省 これら3省は協調して中海に関する自然再生計画を自ら策定し、その水質水準と水産資源量を昭和30年以前の姿に復帰させる行動を実行する(中海自然再生協議会に然るべき予算処置で負託する)べきである。

⇒中海自然再生協議会から、国/国会議員、島根・鳥取両県/県議会議員、中海大山圏域市長会に接触して具体的再生計画/必要予算額を説明し、国・県が予算確保する為の支援を検討頂きたいです。